(14

DELLA VEGETAZIONE E DEI CONCIMI

E DELLA

NUTRIZIONE ANIMALE

PEL

Cav. Dottor CARLO OHLSEN

DELLA VEGETAZIONE E DEI CONCIMI

E DELLA

NUTRIZIONE ANIMALE

PEL

Cav. Dottor CARLO OHLSEN

DIRETTORE DEL BOLLETTINO DEL COMIZIO AGRARIO
E DELLA STAZIONE SPERIMENTALE AGRARIA DI ROMA,
SOCIO CORRISPONDENTE DEL REALE ISTITUTO D'INCORAGGIAMENTO
ALLE SCIENZE NATURALI, ECONOMICHE E TECNOLOGICHE
DI NAPOLI,
SOCIO CORRISPONDENTE PEL REGNO D'ITALIA
DELLA SOCIETÀ CENTRALE DI AGRICOLTURA
DELLA FRANCIA ECC. ECC.

NAPOLI
STABILIMENTO TIPOGRAFICO DEL COMMEND. G. NOBILE
Via Salata a' Ventaglieri, 14.
1872

Guardando la crosta del nostro globo si osserva nella materia di essa una continua attività, la quale consiste in un cambiamento non interrotto di essa, sia sotto la forma fisica, sia sotto la forma chimica.

La Chimica ci insegna che tutte le sostanze elementari sono immutabili nella loro quantità, in modo che il cambiamento di cui parliamo non consiste in una creazione novella e neppure in un annientamento, ma invece in una trasformazione, la quale si ha o per combinazione di diversi elementi, o per decomposizione di corpi composti.

I più importanti di questi cambiamenti sono per noi la formazione e decomposizione dei corpi organici.

Siccome la pianta è l' unico corpo che rivela la trasformazione della materia inorganica in materia organica, noi c' intratterremo particolarmente sul modo di questa trasformazione, e vedremo pure in

quale guisa gli animali prendano il loro alimento dalle piante e lo restituiscano ad esse sotto diverse forme, giustificando così la teoria della continua circolazione degli elementi.

Come la materia è indistruttibile, così pure la forza che vi è unita intrinsecamente non si perde mai, neppure nella sua minima parte. Ma quali sono queste forze e da che provengono? Le principali forze che hanno la maggiore influenza per la vita delle piante e degli animali sono: la forza meccanica, il calore, la luce e l'elettricità. Tutte queste forze, che sono distribuite per l'intero universo, sono anche esse invariabili nelle loro quantità, come la massa, ma variabili nella loro forma potendo trasformarsi l'una nell'altra. Vediamolo con un esempio.

Il sole comparte una minima porzione del suo calore e della sua luce alla crosta del nostro globo, ed ogni pianta assorbe tanto calore e tanta luce quanta è necessaria per la sua vita.

Ebbene la luce nella pianta si trasforma in una affinità chimica, la quale ha la proprietà di mutare l'acido carbonico e l'acqua in legno. Bruciando dunque il legno si ha la medesima quantità di calore e di luce assorbite dalla pianta durante la sua vita. Si dimanderà che cosa avviene della luce, quando il legno va in putrefazione, dappoichè la putrefazione non è, come si sa, che una combustione lenta.

La scienza ci risponde, dicendoci che la luce non è altro che un grado superiore di calore. La luce ed il calore si trasformano spesso in forza meccanica.

Riscaldando una caldaia da macchina a vapore, mediante un combustibile qualunque, il calore produce il vapore , e questo mette in movimento la macchina : quindi abbiamo trasformato il calore in un lavoro meccanico, nello stesso modo che si può trasformare il lavoro meccanico in elettricità mediante la macchina elettrica.

Essendo provata la indistruttibilità della forza ed avendo tenuto dietro all' andamento di essa fin dal suo principio, considerando il sole, procureremo ora spiegare l' andamento della materia nella pianta. Questo, insieme al nutrimento che essa assorbe, formerà il soggetto principale su cui ci fermeremo, e nello stesso tempo osserveremo come gli elementi sieno immutabili nella loro qualità e quantità, ma possono intanto presentarsi nelle più diverse combinazioni.

Se si vuole studiare lo sviluppo intero e la nutrizione delle piante, si debbono da prima conoscere le sostanze elementari chimiche dalle quali esse sono costituite.

I principali costituenti conosciuti delle sostanze organiche sono:

L' Ossigeno (O), l' Idrogeno (H), il Carbonio (C), l' Azoto (N). Perciò questi elementi sono chiamati elementi organici.

Siccome la pianta è un corpo organico, deve essere costituito per la maggior parte delle sudette sostanze, ma per la esistenza di una pianta non bastano queste materie; in ogni pianta si trovano ancora altre sostanze, in maggiore o minore quantità e delle più diverse proprietà. Questi corpi, che si chiamano corpi minerali, e che restano dopo la combustione in forma di cenere sono principalmente: Lo zolfo (*S*), il fosforo (*Ph*), il cloro (*Cl*), il silicio (*Si*), il potassio (*K*), il sodio (*Na*), il calcio (*Ca*), il magnesio (*Mg*), il ferro (*Fe*) e il manganese (*Mn*). Anche alcuni altri elementi si trovano nelle piante, ma solamente in piccolissima quantità. L'alluminio, assai diffuso nella natura e che è un componente principale della crosta della terra non può fare parte della pianta.

La grande differenza fra il corpo vegetale ed il corpo animale è questa: che la pianta prende il suo nutrimento e forma il suo corpo dalla natura inorganica, mentre l' animale ha bisogno per la sua vita della natura organica.

Ciò non è solamente conosciuto oggidì generalmente, ma dippiù è stato provato da milioni e miliardi d' anni dalla storia della terra nostra, cioè dalla geognosia.

Per questa legge avviene che da per tutto, dove si trova l' animale, si deve anche trovar la pianta. Già nella prima formazione del gruppo sedimentare cioè nel sistema silurico, dove noi troviamo le prime

tracce d' animali , come polipi e molluschi , stelle di mare, trilobiti, e pesci della divisione dei goniolepidoti essi sono sempre accompagnati da avanzi di piante della famiglia dell' acotiledoni e di monocotiledoni.

Ciò posto guarderemo più in dettaglio , in qual modo ed in qual forma la pianta assorbisce il suo nutrimento.

La pianta non assorbe veruno dei suindicati corpi in forma semplice, ma sempre in combinazione chimica.

1° Assorbe l'ossigeno e l' idrogeno uniti sotto la forma di acqua. Da ciò segue che l' acqua è importantissima per la esistenza della pianta.

2° L' unica forma, sotto la quale la pianta prende il suo carbonio è assolutamente la combinazione del medesimo coll'ossigeno, cioè l'acido carbonico (CO_2).

3° La pianta non assorbe l'azoto dall' aria direttamente. Anche questo corpo per poter essere assorbito dalla pianta si deve trovare in rispettive combinazioni atte per la vegetazione: queste combinazioni principali sono l' ammoniaca (la combinazione dell' azoto coll' idrogeno)· (NH_3) e l' acido nitrico (cioè la combinazione del medesimo corpo coll'ossigeno) (NO_5).

4° Per tutti gli altri corpi che sono assorbiti dalla pianta e che sono per essa più o meno interessanti, noi possiamo ritenere, che questi vengono assorbiti dalla pianta in forma di sali , sciolti nella umidità del terreno.

Si domanderà in qual modo le piante assorbiscano queste materie e quali sieno gli organi, che hanno la facoltà di eseguire quest' operazione.

L'organo che serve per la ricezione del nutrimento è presso le piante di rango superiore la radice (le foglie assorbiscono solamente una piccola parte dell'acido carbonico necessario per la vita della pianta traendola dall'atmosfera).

In quanto alle radici le loro estremità sono quelle che funzionano ; queste estremità sono coperte di un tessuto cellulare spugnoso. Il succo nutritivo entra nelle cellule della radice per mezzo della diffusione chiamata anche endosmosi ed exosmosi. La legge della diffusione ci è stata fatta nota dalla fisica, e faremo seguire i principali dati. Consideriamo, che abbiamo un recipiente *A B C D* (fig. 1.), nel quale si trova un liquido di natura qualunque, supponiamo che sia acqua. Introduciamo in questo liquido un tubo di vetro, aperto nella estremità superiore e nella parte inferiore chiuso da una membrana porosa p. e. una vescica di manzo. In questo tubo si trova un liquido qualunque , però più concentrato del fluido che si trova nel gran recipiente p. e. una soluzione di sal comune (Cloruro di sodio $Na\,Cl$).

Se noi chiamiamo *a b* il livello del liquido nel recipiente grande e *c d* il livello del liquido nel piccolo tubo or definito, immerso verticalmente questo ultimo nel gran recipiente in modo , che il livello *c d* sia coicidente al livello *a b* nel recipiente grande,

lasciandolo in riposo per qualche tempo, noi osserviamo , che il livello *c d* avrà preso la posizione *c' d'*, che è superiore al livello *a b* del gran recipiente.
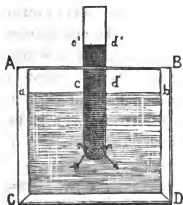
Fig. 1.

Il liquido del recipiente grande è entrato in parte nel piccolo , mentre che da quest' ultimo è uscita una parte del suo liquido primitivo per andare nel recipiente grande. La parte del liquido entrato nel piccolo tubo dal recipiente grande è maggiore della parte scacciata dall' altro ed entrata nel gran recipiente.

Quindi si spiega, perchè il livello nel piccolo tubo si è rialzato. Si osserverà pure, come è naturale, che il liquido nel recipiente grande diviene un poco più concentrato ed il liquido nel piccolo tubo diviene molto più diluito.

Questa diffusione di un liquido nell'altro per mezzo di una membrana porosa si chiama endosmosi , ed

exosmosi quel processo, mediante il quale, il liquido più concentrato passa con maggior difficoltà per i pori di una membrana porosa , che il liquido più diluito.

Lo stesso fenomeno si osserva presso ogni pianta.

Consideriamo che *A* sia una sezione di una delle tante cellule, che formano le diverse diramazioni delle radici, e che corrisponda qui al piccolo tubo or ora citato. Come si vede dalla figura 2 la nostra cellula è in contatto col terreno secondo la linea irregolare
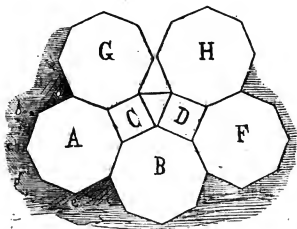
Fig. 2.

a b c d e, il qual terreno noi considereremo come il recipiente grande. L'umidità del terreno sarà il liquido del recipiente grande e il liquido dell'interno della cellula figurerà essere un liquido più concen-

trato. La membrana porosa nel nostro caso sono le pareti della cellula.

Il liquido del terreno come più diluito entrerà nella cellula, in quantità maggiore di quella del liquido scacciato di natura più denso. Come abbiamo detto la radice non assorbe solamente dalla terra un liquido, ma ne dà alla medesima un altro e si crede che questo liquido, il quale sin ora non ancora è conosciuto, abbia la proprietà di sciogliere nel terreno le sostanze necessarie per la vita della pianta, e così è spiegato anche il fatto, come dei corpi che si trovano nella terra e che sono insolubili nell'acqua, ma solubili in altri liquidi, abbiano potuto entrare nella pianta. Sarà permesso di fare qui una piccola osservazione — Alcuni corpi, che si trovano nel terreno sono solubili nell' acqua e giovano al nutrimento della pianta.

Per la natura fisica dell'acqua questi corpi nella loro soluzione potrebbero essere portati via dalla medesima e quindi avremmo nel nostro terreno una scarsità di questi corpi, però l'argilla ha la proprietà di assorbire dalle suindicate soluzioni i rispettivi sali. — Questi sali da allora in poi non possono esser più sciolti dall''acqua però la pianta le può assorbire nel modo come abbiamo spiegato poco prima. Ecco una delle principali proprietà dell'argilla e della sua grande importanza per la vegetazione.

Abbiamo da notare ancora che non tutti i corpi solubili penetrano colla stessa facilità e velocità per

una membrana porosa, e nel nostro caso per le pareti della cellula. Per es. i corpi che hanno la proprietà di cristallizzarsi, e che si trovano in soluzione possono penetrare pei pori con maggior facilità, mentre i corpi incristalizzabili p. e. la gomma , la colla , l'humus non possono penetrare che con gran difficoltà , quindi le materie humose che si trovano in ogni terreno e che si aggiungono artificialmente non possono penetrare nella pianta nel loro stato primitivo e (come vedremo in seguito) questi corpi per esser assorbiti dalla pianta debbono prima esser trasformati.

Assorbite tutte le sostanze necessarie per la vita della pianta in forma solubile dobbiamo vedere, come questi succhi si distribuiscano per tutta la pianta. Per comprendere questa distribuzione sino alle estremità della pianta dobbiamo ricorrere all'altra legge fisica conosciuta sotto il nome della legge di capillarità.

Ogni corpo ha una certa attrazione per un altro. Se due corpi sono in contatto, spesso questa forza di attrazione è tale che si può osservare coi nostri sensi, p. e. due lastre bene spianate, messe in contatto , si distaccano con difficoltà ; questa legge si osserva con maggior evidenza quando uno di questi corpi messi in contatto è un liquido, cioè quando l'attrazione tra le diverse molecole del medesimo è piccolissima. Perciò osserviamo che la superficie di un liquido come per esempio l'acqua, posta in un re-

cipiente non è perfettamente orizzontale per tutta la sua estensione, ma che quella parte del liquido che si trova in contatto delle pareti si eleva superiormente al livello del mezzo della superficie (fig. 3).

Fig 3.

(Col mercurio osserviamo perfettamente il contrario, il che si spiega perchè l'attrazione del mercurio per sè stesso è ancora maggiore dell'attrazione sua verso il vetro, fig. 4).

Fig. 4.

Se le pareti del recipiente si avvicinano sempre di più p.e. in un piccolo tubo, in esso la parte orizzontale della superficie scomparisce, e se il tubo è

posto in un altro recipiente il livello nel tubo si innalzerà sopra il livello della superficie del liquido del recipiente esterno (vedi fig 5 (*A*, *B*, *C*)). La diffe-
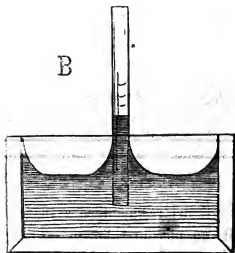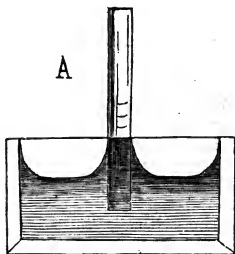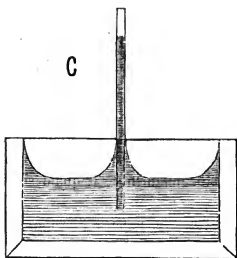
Fig. 5.

renza fra i due livelli ê tanto maggiore quanto più stretto è il tubo.

Il tronco, i rami, la nervatura delle foglie ec. sono composti di tante e tante cellule che sono combinate in modo tra di loro che formano una serie di lunghi e strettissimi piccoli tubi come si può provare col microscopio, e quindi è spiegato il come il liquido dal fondo possa salire sino alle più estreme parti della pianta.

Solamente la parte interna del fusto ec. della pianta funziona in tal modo, mentre che la parte esterna, come vedremo più tardi, serve all'opposto a ricondurre il succo nutritivo dopo l'assimilazione fino alla radice. — Come già abbiamo detto più sopra la pianta

dal terreno non prende che materie inorganiche in soluzione acquosa.

La funzione ora della pianta è di combinare questi corpi in tal modo fra di loro che questi sieno atti alla vita della pianta, cioè a trasformarli in sostanze organiche.

Questo processo importante si chiama assimilazione del succo nutritivo. — Vediamo ora più dettagliatamente questo andamento, il quale si divide in tre parti principali:

1° La prima funzione, è l'evaporazione dell'acqua assorbita in eccesso, e così abbiamo la concentrazione del succo nutritivo.

2° La decomposizione dell'acido carbonico (CO_2) e l'assorbimento del carbonio.

3° La decomposizione dell'ammoniaca (NH_3), dell'acido nitrico (NO_5) e delle materie minerali.

Passeremo al primo punto, cioè all'evaporazione dell'acqua.

La pianta assorbe dal terreno una grande quantità di acqua.

Di questa quantità la minima parte è necessaria per la sua esistenza. L'altra parte eccessiva deve scacciarla. Ciò si effettua in forma di evaporazione e per gli organi, che offrono all'atmosfera la maggior superficie.

Questi organi sono le foglie. Sulla superficie delle foglie osserviamo una continua evaporazione d'acqua; per i pori delle medesime noi abbiamo una comu-

nicazione fra l' atmosfera e l' interno della foglia dove si trova l' acqua in questione. Questa traspirazione è tanto maggiore quanto più il terreno è umido, quindi maggiore la quantità d'acqua assorbita dalla pianta, ed è anche tanto maggiore quanto l' aria è più secca e quanto la temperatura è più alta. — La quantità traspirata della pianta nel tempo di 24 ore eguaglia il doppio ed anche il triplo del suo proprio peso.

Per la estesa superficie delle foglie e per il loro numero immenso una stessa estensione di bosco esala una maggiore quantità d' acqua vaporosa, che non faccia una eguale estensione di mare sotto le stesse condizioni e così si spiega che l'aria in un bosco e quindi in un paese boscoso è più umida che in ogni parte qualunque.

Secondo punto.

Della decomposizione dell' acido carbonico (CO_2). La maggior parte dell' acido carbonico che assorbe la pianta la prende dal terreno, la minima parte dall' atmosfera per mezzo delle foglie. Nell'acido carbonico, il carbonio e l' ossigeno sono in combinazione molto intensiva, e difficilissimi a separar l'uno dell' altro. Però l' organismo della pianta ha la facoltà di decomporli. Il carbonio lo ritiene e forma col medesimo e cogli elementi dell'acqua i suoi principali costituenti.

L' ossigeno dell' acido carbonico esala per le foglie. La decomposizione si esegue nelle foglie sotto

l' influenza della luce, e del calorico, però soltanto quando vi concorra il clorofillo, il quale è un corpo di color verde, composto di una materia blù chiamata cianofillo ed una materia gialla, chiamata xantofillo. L' una e l' altro sono combinazioni organiche, cioè composte di ossigeno (*O*), idrogeno (*H*), azoto (*N*) e carbonio (*C*) È da osservare in questo processo, che i raggi gialli dello spettro solare sono gli attivi, mentre in altri processi chimici i raggi blù e violetti sono esclusivamente di effetto come per es. nella fotografia.

La respirazione della pianta procede con metodo inverso a quella dell' animale. Mentre che l'animale respira l' ossigeno dell'aria ed esala poi l'acido carbonico, la pianta decompone nelle sue foglie l'acido carbonico, ritenendo il carbonio ed esalando l'ossigeno. Ma abbiamo veduto, che questa decomposizione non procede che sotto l' influenza della luce, e solamente quando esiste anche il clorofillo. Durante la notte le foglie non sono capaci di decomporre l' acido carbonico, al contrario durante questo tempo esse esalano sempre una piccola quantità di acido carbonico.

Il medesimo fenomeno noi lo osserviamo presso altre parti della pianta di altro colore, per es. presso le foglie dei fiori le quali esalano tanto durante la notte quanto nel giorno una piccola quantità di acido carbonico. Siccome il clorofillo è assolutamente necessario per la decomposizione dell' acido carbo—

nico, si deve supporre, che il clorofillo sia uno dei primi prodotti della vita vegetale. Il clorofillo non si forma che sotto l'influenza della luce, perciò quelle parti della pianta che si trovano nella oscurità, la radice, non accettano mai un color verde. Dal clorofillo formasi poi nelle foglie un altro corpo assai importante per la vita della pianta, cioè l'amido, ($C_{12}H_{10}O_{10}$). Per la sua formazione che à luogo nelle foglie l'amido ha anche bisogno della luce. Come sinora è noto l'amido è un corpo bianco insolubile nell'acqua, nè può uscire per la membrana della cellula ove si forma. Si domanda ora da che proviene che alcune volte si trovi questa sostanza anche nelle radici delle piante, come per es. nel pomo di terra ecc. La spiegazione è la seguente: l'amido quando vuol uscire dalle membrane ove è formato, si deve trasformare in un corpo solubile chiamato la destrina ($C_{12}H_{10}O_{10}$), in questa forma penetra per le cellule e passa per tutta la pianta trasformandosi di nuovo in amido nel luogo della sua destinazione.

L'assimilazione della ammoniaca (NH_3) e delle altre sostanze non è ancora così ben conosciuta come l'assimilazione dell'acido carbonico, ma probabilmente essa procede anche nelle foglie — Da tutto ciò nasce che la radice è l'apparato per la ricezione del nutrimento della pianta, e le foglie sono l'apparato per la loro trasformazione. Il succo nutritivo non si è cambiato, non ha formato materia organica, finchè non sia giunto nelle foglie.

Per la formazione quindi del tronco e delle radici è necessario che il succo dopo la sua assimilazione vada di nuovo in giù fino alla radice, e sono principalmente le parti esterne del fusto che servono a questa funzione.

Abbiamo veduto che il nutrimento delle piante consiste in acqua, in acido carbonico, ammoniaca, in acido nitrico, ed in alcune materie minerali: le principali di esse sono: l'acido solforico (SO_3), l'acido fosforico (PO_5), l'acido silicico ($Si\ O_2$), la potassa (KO), la soda ($Na\ O$), la calce ($Ca\ O$), la magnesia ($Mg\ O$), il ferro (Fe). Guardiamo adesso, in qual modo queste sostanze sono diffuse nella natnra, se le piante possano trovarle da per tutto, e perchè se un terreno è privo di una di queste materie, si renda incapace di vegetazione.

L' acido carbonico si trova da per tutto nell' aria, nell'acqua e nel terreno, esso si forma dalla respirazione degli animali, dalla combustione e putrefazione delle materie organiche e viene anche esalato in gran quantità dai vulcani. Dalla pioggia viene disciolta nna piccola quantità di acido carbonico esistente nell' aria ed è quindi introdotta nel terreno. Anche nella terra si riproduce sempre acido carbonico mediante la putrefazione degli avanzi vegetali.

Una pianta morta dà all' aria ed al terreno le stesse materie, che essa ne ha prese durante la sua vita. Il color verde si cambia in giallo poi in bruno e finalmente in nero, si sviluppano l' acido carbo—

nico (CO_2) l' ammoniaca (NH_3) ecc., e dopo la corruzione completa resta la cenere come dopo la combustione. Prima che gli avanzi vegetali s' infracidino completamente, esse si cambiano in una materia di color bruno di una composizione speciale , che si chiama humus, ed è un componente di ogni terreno, dove si trova vegetazione. L'humus è anche un componente dello stallatico.

Si è creduto, che senza l'humus non sarebbe possibile una vegetazione; che l'humus entri nella pianta trasformandosi in materie vegetali , che desso sia il nutrimento principale della pianta. Consideriamo un poco queste cose.

1° Le materie che costituiscono l' humus sono per lo più insolubili o difficilmente solubili uell'acqua. La quantità di pioggia, che cade sulla terra , non basta per disciogliere queste materie medesime in tale quantità , quanta sarebbe necessaria per la vegetazione.

2° Le prime piante sono cresciute senza humus, poichè l'humus è il prodotto di una vegetazione morta.

3° L' humus non può penetrare nella pianta , come noi abbiamo veduto.

Ma l' humus non è senza effetto sulla vegetazione; quale adunque è questo effetto ?

1° Il suo effetto è di natura puramente meccanico, perchè esso discioglie il terreno.

2° L'humus contiene sempre ammoniaca (NH_3) e perciò esso agisce pel suo contenuto di azoto.

3° L'humus è sempre in putrefazione e dà così origine ad una gran quantità di acido carbonico (CO_2) nel terreno.

Poichè l' acido carbonico si trova da per tutto in ricca quantità nella natura, non abbiamo bisogno di aggiungerlo alla terra per la concimazione.

L' effetto dello stallatico non deriva mai dal suo contenuto di materia carbonosa, ma invece dipende principalmente dal suo contenuto di altre materie nutritive delle quali noi parleremo adesso.

L'azoto (N), in istato libero si trova da pertutto nell'aria, $\frac{4}{5}$ del volume della medesima consistono in questo corpo gazoso, ma, come abbiamo veduto, lo azoto in istato libero, come esso si trova nell'aria, è senza effetto sulla vegetazione, perchè le piante non prendono l'azoto nel loro corpo che per mezzo di una combinazione chimica. Quindi dobbiamo solamente riguardar quelle fra tali combinazioni dello azoto che valgono per le piante, esse sono:

1° L' ammoniaca, composta di azoto e di idrogeno (NH_3) e

2° L' acido nitrico, composto di azoto e di ossigeno (NO_5).

La prima è una base forte, il secondo è un acido forte.

Domandiamo dove trovansi queste combinazioni. L' aria ne contiene una piccola traccia, ma questa quantità non è senza effetto sulla vegetazione.

L'acqua di pioggia e principalmente di quelle che cadono prima, assorbiscono una parte di queste due

sostanze dall'aria e le conducono al terreno. Ma la piccola traccia che se ne trova nell' aria non basterebbe per una buona vegetazione. Perchè dobbiamo considerare altre origini di questi corpi. Da per tutto, dove esistono corpi organici, che contengono azoto, essi vi sono anche in putrefazione o corruzione e da una gran parte del loro azoto si forma l'ammoniaca, o se la corruzione procede alla presenza di una base forte per es. della calce ($Ca\ O$). della potassa ecc. ed alla presenza di un eccesso di aria atmosferica, allora formasi in luogo dell'ammoniaca, l' acido nitrico (NO_5).

Tutti i corpi animali contengono una gran quantità di azoto, (anche i corpi vegetabili, ma questi una minore quantità) e se i medesimi sotto l' influenza dell' aria e dell' acqua nel terreno si trovano in putrefazione, essi danno origine ad una ricca quantità di ammoniaca o di acido nitrico favorevole per le piante.

Quindi si spiega l' effetto dello stallatico, del guano, della orina, delle ossa ecc. delle quali parleremo in seguito.

Passiamo a due altre sostanze necessarie per le piante, cioè allo zolfo (S) ed al fosforo (P), che le piante assorbiscono sempre sotto forma di acido solforico (SO_3) e di acido fosforico (PO_5) tutte e due in combinazione con una base; questa per lo più consiste nel solfato di calce($Ca\ O, SO_3$) nel gesso, o nel fosfato di calce ($Ca\ O,\ PO_5$) che sono un nutrimento vegetabile assai importante.

Il gesso non manca mai ad un terreno, perchè esso trovasi da per tutto ed in gran quantità nella natura, ma il fosfato di calce ($3\ Ca\ O, PO_5$) si trova più di rado nelle zone primitive sotto forma di apatite, da dove esso viene nei terreni, ed in ogni suolo si trova fosfato di calce, ma in piccola traccia.

Le piante assorbiscono l' acido fosforico del terreno e lo concentrano nel loro corpo, così che la cenere delle piante ne contiene relativamente più che il terreno. Dalle piante l'acido fosforico va nel corpo animale ed il corpo animale è un secondo apparato di concentrazione per il medesimo, così che alcune parti del corpo degli animali, p. es. le ossa, ne c ntengono una assaï gran parte. Perciò l' uso, che noi facciamo delle ossa nella concimazione.

Fra tutte le altre sostanze minerali è di grandissima importanza la potassa. Come il fosforo così anche la potassa è assai diffusa nella natura. La decomposizione del felspato e di altri silicati dà origine alla potassa nel terreno. Le piante prendono dal terreno una quantità assai considerabile di potassa, che si trova di nuovo nella cenere.

Per mezzo dell' acqua si lascia estrarre completamente la potassa dalla cenere, così che si ottiene mediante l' acqua e cenere una soluzione di diversi sali della potassa e principalmente il carbonato di potassa.

Tutti questi corpi or citati sono necessarissimi,

come è spiegato, per la vita della pianta, e se manca uno di questi corpi completamente, sarà impossibile la vegetazione, ed in questo caso, o anche quando è solamente piccola la quantità di uno di questi corpi, si debbono sostituire artificialmente, ed ecco lo scopo della concimazione con materie sia naturali, sia artificiali.

I diversi concimi sono:

1° Lo stallatico: esso contiene tutte le sostanze, che abbiamo citate ed è una mescolanza della strame di stalla cogli escrementi degli animali, pregni della orina dei medesimi. Esso adunque è una mescolanza di corpi organici e minerali. I corpi organici nello stallatico sono continuamente in putrefazione, e durante la medesima si forma l' acido carbonico e l' ammoniaca.

Il suo effetto o è chimico, e si spiega completamente con ciò che di sopra si è detto, o è meccanico, ed allora esso rende più sciolto e poroso il terreno. Poichè l' ammoniaca nello stallatico si sviluppa in gran parte in forma di combinazioni volatili, p. e. di carbonato di ammoniaca, lo stallatico perde sempre una parte della sua ammoniaca all' aria circondante per mezzo della evaporazione. Per impedire questo svantaggio e per fissare l' ammoniaca nello stallatico, si fa uso di alcune materie, p. e. del solfato di ferro ($Fe\ O,\ SO_3$) e del gesso. Il gesso è solfato di calce, questo solfato di calce ($Ca\ O,\ SO_3$) si decompone col carbonato vo-

latile di ammoniaca ($NH_4 O, CO_2$), formando il carbonato di calce ($Ca O, CO_2$) ed il solfato di ammoniaca ($NH_4 O, SO_3$), che non è più volatile, e perciò non può evaporar nell' aria circondante.

2° Gli escrementi e l' orina degli uomini. Essi contengono le stesse sostanze dello stallatico ed agiscono come quello per il loro contenuto di azoto (rispettivamente ammoniaca), di acido fosforico e di potassa, ma essi si distinguono per la maggior concentrazione delle sostanze citate ; e siccome la più gran parte delle materie che essi formano sono liquide, perciò il loro effetto meccanico è molto minore, salvo nei casi in cui si concentrino e formino quelle specie di concime chiamato il polverino.

3° Gli avanzi animali e principalmente le ossa. Le ossa sono costituite in parte di sostanze organiche combustibili, contenendo azoto, ed in parte di sostanze cineree composte per la maggior parte di fosfato di calce ($3 Ca O, PO_5$)

Quindi l' effetto delle ossa è doppio:

1° Per il loro azoto e la formazione dell' ammoniaca nel processo della loro decomposizione e

2° Per l'acido fosforico che contengono. Le ossa o intere od in pezzi grandi non si decompongono che assai lentamente, e perciò in questo stato il loro effetto è quasi zero. Esse per la concimazione debbonsi ridurre in polvere, ed il loro effetto è tanto maggiore , quanto più la polvere è fina. Come si possa rendere più atta la sostanza minerale delle

ossa, cioè il fosfato di calce (3 *Ca O*, PO_5) vedremo più tardi.

Mentre che le ossa agiscono, adoperate come concime, pel loro contenuto di acido fosforico e d'azoto, un altro avanzo animale, cioè il sangue, agisce principalmente per l' azoto, che esso contiene in ricca quantità.

4° Il guano, o gli escrementi di uccelli ammassati in grandi depositi specialmente sulla sponda del Perù, è un concime eccellente; contiene in gran concentrazione l'acido fosforico (PO_5) e l'azoto (*N*) ed anche la potassa (*KO*), ed il suo effetto è simile a quello degli escrementi e della orina, ma più grande.

Sotto il nome di guano artificiale e di poudrette si vende nel commercio un prodotto, che si fabbrica, mescolando gli escrementi e la orina degli uomini con diversi corpi p. e. col carbon poroso, col gesso (*Ca O*, SO_3) ecc. affinchè assorbiscano il loro fetore, ma per sostituire il guano con questo nuovo corpo se ne deve impiegare una molto maggior quantità.

Un' altra specie di guano si ottiene dai residui dei pesci che si prendono in grande quantità sulle coste della Norvegia. Tali residui consistono specialmente nella testa e nei visceri di quei pesci.

5° Concimazione con piante fresche.

Il principale scopo di questa concimazione è in generale il medesimo di quello della concimazione col letame di stalla, di rendere cioè il terreno più

fresco e di dare al suolo , colla putrefazione delle piante verdi sotterrate , le sostanze chimiche che queste contenevano e che sono un necessario alimento per la successiva vegetazione.

Il lupino viene adoperato pel sovescio principalmente perchè ha la proprietà di trarre dal terreno sostanze chimiche e trasformarle in corpi più favorevoli per la vegetazione.

La concimazione con altri avanzi e corpi vegetali come p. e. tortelli dei semi oleiferi ed alghe ha lo scopo medesimo.

In quanto alle alghe è da osservarsi che sono piante le quali crescono in grande quantità nel mare, e che dal moto e dalle correnti di questo vengono gettate sulle coste. Esse contengono quantità considerevoli di azoto, che già colla disseccazione di esse piante si trasforma in ammoniaca, ma specialmente colla putrefazione delle medesime, ed in ciò consiste il gran pregio delle alghe per la concimazione. Una parte dell'ammoniaca che si sviluppa colla disseccazione delle piante però evapora e perciò le alghe secche non hanno più quel valore concimante come quelle fresche. Le ceneri delle alghe contengono come quelle di tutte le piante marittime una gran quantità di soda in luogo di potassa.

Passeremo ora ai concimi di natura inorganica, i quali sono principalmente i seguenti:

1° La cenere del legno, cioè il residuo minerale, che resta dopo la combustione del legno. Que-

sta cenere contiene sostanze solubili ed insolubili nell' acqua , e fra le sostanze solubili è importantissimo il carbonato di potassa (KO, CO_2), che si trova nella cenere in una quantità considerevole. Di minore importanza è l' acido fosforico (PO_5) che si trova nella stessa cenere, perchè vi esiste in piccolissima quantità.

Dunque abbiamo nella cenere un concime , che agisce principalmente pel suo contenuto di potassa (KO).

2° La cenere delle ossa.

La maggior parte di questa cenere è composta di fosfato di calce ($Ca\ O$, PO_5) e quindi abbiamo nelle ossa abbruciate un concime concentratissimo contenente fosforo.

Questa cenere di ossa non contiene più azoto (N) perchè l' azoto è andato fuori durante la combustione. Il fosfato basico di calce ($3\ Ca\ O$, PO_5) che costituisce la cenere delle ossa è insolubile nell'acqua pura, ma perchè l'umidità del terreno contiene sempre acido carbonico (CO_2) , essa discioglie una piccola parte del fosfato citato. Essendo però questa parte assai piccola , la cenere non agisce nel terreno che lentamente. Per accelerare il suo effetto, si mescola la cenere delle ossa con una certa quantità di acido solforico (SO_3), così che si forma solfato di calce ($Ca\ O\ SO_3$) o gesso , e fosfato acido di calce (($2\ HO$, $Ca\ O$) PO_5) che si discioglie facilmente nell' acqua.

Questo prodotto che si ottiene, mescolando la cenere delle ossa con acido solforico (SO_3) si chiama nel commercio superfosfato. Quindi l' effetto del superfosfato è molto più celere di quello della cenere delle ossa.

Si trovano anche nella natura avanzi di animali fossili, che hanno la medesima costituzione della cenere delle ossa; questi avanzi sono i fosforiti ed i coproliti ed essi si adoperano nella concimazione come la cenere delle ossa.

Abbiamo ora da descrivere alcuni sali, che per causa della loro solubilità sono concimi concentratissimi cioè:

3° Il salammoniacale (NH_4Cl) ed il solfato di ammoniaca ($NH_3\,SO_3$) Questi agiscono pel loro gran contenuto di azoto in forma di ammoniaca (NH_3), ma si debbono adoperare con precauzione ed in piccola quantità, perchè in altro caso sono nocivi per la vegetazione.

4° Il sal nitro del Chili ($Na\,O, NO_5$) o nitrato di soda, che agisce pel suo contenuto di azoto (N) in forma di acido nitrico (NO_5); esso è un sale solubile, che si trova in un immenso deposito naturale vicino al luogo dove trovasi il guano. Il suo svantaggio consiste in ciò che esso non viene ritenuto con gran forza dall' argilla, così che l' acqua di pioggia lo conduce facilmente negli strati inferiori della terra.

5° Il sale di Stassfurt o Stassfurter Kalisalz.

Esso si trova in gran deposito naturale vicino Stassfurt, piccola città nella Germania, ed è divenuto un concime importante e concentratissimo pel suo contenuto di potassa. Esso è assai vantaggioso alle piantagioni, principalmente per la vegetazione del tabacco. La sua composizione varia, ma consta principalmente di solfato di potassa (KO, SO_3) e cloruro di potassio (KCl).

6° Il gesso o solfato di calce; esso contiene nè azoto, nè fosforo, nè potassa. Il gesso agisce direttamente pel suo contenuto di acido solforico e di calce, ma di maggiore importanza è il suo effetto indiretto. Esso ha, come abbiamo detto, la proprietà di decomporsi col carbonato volatile di ammoniaca e perciò serve anche nel terreno, come nei concimi, per ritenere e fissare l' ammoniaca.

7° La calce in piccola parte viene assorbita dalla pianta. La sua influenza principale sulla vegetazione è quella di favorire la decomposizione di alcuni minerali e di facilitare l' assorbimento medesimo della pianta.

8° Il sal comune o cloruro di Sodio ($Na\ Cl$), si usa alcune volte come concime. La sua attività principale è indiretta. Si decompone in presenza di altri minerali, i quali ultimi in parte vengono da lui trasformati ed in parte sono resi più solubili. Il sale aumenta anche l' umidità nel terreno, mentre che impedisce la disseccazione rapida. Una quantità troppo grande di sale comune diminuisce la solubilità di

alcune materie nutritive nel suolo e distrugge la vita delle piante, perciò un eccesso di questo concime è nocivo per la vegetazione.

Avendo ora considerato tutte le circostanze fisiche e chimiche, necessarie per la vita della pianta ed avendo visto come i corpi inorganici si sono combinati in corpi organici, sarà interessante di proseguire ancora per un tratto la via chimica che proseguono alcune di queste sostanze organiche passando nel corpo animale.

Riguardando la pianta, abbiamo osservato, che essa vive ed ingrandisce, prendendo il suo nutrimento dalla terra, dall'acqua e dall'atmosfera, quindi dalla natura inorganica Il corpo della pianta è capace di cangiar le materie inorganiche e formarne materie organiche. Un altro processo vedremo nell' animale.

Non essendo questo capace di assimilarsi le materie minerali, è assolutamente necessaria per la sua vita una quantità di materie organiche già formate, cioè delle piante sia nello stato vegeto, sia trasformata mercè diverse manipolazioni. Dunque la vita dell'animale consiste in un cangiamento di materie vegetabili. Mentre il corpo della pianta consiste per la maggior parte di materie che non contengono azoto, (*N*), cioè di cellulose, amido, destrina, zucchero ec., e non contiene che una piccola quantità di materie albuminoidi, il corpo animale non contiene niente (nello stato normale) delle prime materie, e consiste per la maggior parte di albuminoidi che sono

assai ricche di azoto. Riguardando la quantità di fosforo, dobbiamo dire che il corpo animale ne contiene relativamente una assai maggior quantità che il corpo della pianta, e principalmente le ossa che sono assai ricche di fosforo in forma di fosfato di calce ($3\, Ca\, O,\, PO_5$). Per citare un esempio, io dico che un uomo già adulto contiene nel suo corpo circa $^1/_2$–$^3/_4$ di kilogramma di fosforo, quindi più dell' 1 %. Dopo gli albuminoidi, il corpo animale contiene in maggior quantità i grassi, che si trovano anche nel corpo vegetale in una quantità considerabile. Domandiamo: Che cosa fa l'animale del suo alimento? Già nella bocca sotto l'influenza della saliva procede il primo piccolo cambiamento, ma principalmente le materie alimentari vengono cangiate nello stomaco per mezzo del succo stomacale, un liquido di una reazione acida.

Questo succo contiene molte materie, ma di importanza sono principalmente le seguenti. L'acido lattico ($C_6H_6O_6$), il cloruro di sodio ($Na\, Cl$) ed un corpo proprio non ancora ben conosciuto che si chiama « pepsina ». Questa pepsina è assai favorevole per la digestione, perchè essa ha la proprietà di sciogliere e cambiare i cibi.

Dopo la digestione il contenuto dello stomaco viene nelle budella ove continua sempre un cambiamento sotto l'influenza della bile. Una parte ne viene aspirata ed è addotta al sangue, una altra parte passa per le budella sotto forma di escrementi.

Il sangue, questo succo nutritivo del corpo animale, dal quale formansi tutte le altre materie dell' animale istesso, si divide in due specie: sangue arterioso e sangue venoso. Il sangue venoso è di un colore più oscuro, ma passando pei polmoni si cambia in modo assai importante. Sotto l'influenza dell' ossigeno dell' aria respirata una parte del carbonio nel sangue si abbrucia, formando l'acido carbonico (CO_2) e l'aria esalata ne contiene una parte considerabile. Nello stesso tempo il color del sangue diviene più chiaro, ed il sangue venoso si cambia in sangue arterioso.

Mediante questa combustione del carbonio del sangue nei polmoni si forma il calore, il sangue si riscalda e trasporta il suo calore su tutte le parti del corpo. Dunque i polmoni si debbono riguardar come la stufa ed il sangue come il legno del corpo animale. Secondo la composizione chimica il sangue contiene principalmente acqua, albumina, fibrina ed un corpo rosso, chiamato « Ematina » (Haematin). I tre ultimi corpi sono assai ricchi di azoto e l'ematina contiene anche ferro.

Consideriamo un poco il nutrimento degli animali. Secondo la composizione chimica le materie che formano l' alimento si dividono principalmente in materie organiche senza azoto (cellulosa, amido, destrina, zuccaro, grassi) in materie organiche che contengono azoto (albumina, caseina ecc.) ed in materie minerali. La cellulosa per lo più non viene

digerita e passa per il corpo dell'animale senza cambiamento. Essa p. e. costituisce una gran parte del fieno e non serve che per riempiere lo stomaco. L'amido, la destrina, lo zuccaro ed i corpi grassi trasformansi; in parte restano nel corpo, formando il grasso, in parte bruciano nel sangue e servono così per riscaldar il corpo, ma nulla dei medesimi si cambia in carne o in altro corpo, che contenga azoto. La carne, l'albumina, le sostanze collose ec. che costituiscono la maggior parte del corpo animale non si formano mai da materie senza azoto, esse si formano solamente di materie simili al nutrimento. Delle sostanze minerali sono di grandissima importanza: Il fosfato di calce ($3\,Ca\,O,\,PO_5$) senza il quale non si possono formare le ossa, il ferro senza il quale il sangue non può avere la sua materia colorante, il cloruro di sodio, che è un componente importante del succo stomacale e di tutti i succhi del corpo. Tutti gli alimenti contengono un pò di questo corpo importantissimo, ma in molti casi, principalmente pel nostro corpo, un aggiunto di sale è necessario, non solamente per far i cibi saporiti, ma perchè questo corpo è assolutamente necessario per la digestione.

Da quanto finora si è detto apparirà chiara la necessità e l'importanza per l'Agricoltura illuminata dello studio delle scienze naturali ed affini, tra le quali vanno citate specialmente l'anatomia e fisiologia vegetale e la chimica agraria.

Difatti quei fenomeni di nutrizione e di vegetazione

più o meno rigogliose, mentre dapprima o erano figlie del caso, o di tentativi fatti per lo più all'oscuro, ed in ogni caso rimasti senza alcuna spiegazione, ora invece sono così chiaramente spiegati mediante i lumi della fisiologia vegetale e della Chimica da costituire principii certi, i quali raggruppati poi ed ordinati formano la parte fondamentale ed il perno dell' Agronomia.

I mezzi correttivi del terreno, cosa tanto interessante per la industria agraria hanno una guida sicura nella Chimica, la quale, coadjuvata dalle altre scienze, ha potuto così svellere antichi pregiudizî ed ingenerare la convenienza di esaminare nuovi metodi, paragonarli ai vecchi, e sceverando il cattivo, servirsi solamente dell' utile. — Quello che vale per i correttivi, vale più ancora per la concimazione con cui vien data alla terra la fertilità chimica come coi correttivi si da la fertilità meccanica, e così mediante la scorta sicura della scienza si dà alle piante artificialmente la nutrizione e tutte le altre condizioni più efficaci e vantaggiose, e si può da esse ottenere quel prodotto che possono maggiore senza danneggiarne il suolo, stabilendosi così un vero e continuo tornaconto.

Fino al 1845 e in quel torno si erano già fatto dei passi, benchè non molto grandi, sulla via di basare l' agricoltura su i lumi della scienza, ma da quell' epoca in poi può dirsi veramente sorta una nuova epoca per questa principalissima fra le principali industrie umane. Noi dobbiamo essere immensamente

grati specialmente al grande Giusto Liebig, il quale più di ogni altro mostrò, quanto, mediante le scienze, l'Agricoltura potesse venire elevata dal livello di un'arte puramente meccanica al posto sublime di una scienza; ed un Boursingault, un Stoeckhardt fra gli altri adoperandosi sullo stesso campo, rafforzarono questa verità che senza i principî scientifici non vi può essere buona Agricoltura. Gli sforzi di questi uomini, tanto più perseveranti quanto maggiore resistenza incontravano, furono coronati da felice successo ed ormai la classe degli studiosi e degli indagatori in questo ramo non costituisce più una rara eccezione, ma si vede invece generalizzata e diffusa tanto sul campo della teoria, quanto su quello della pratica.

Ed in appoggio di quanto qui è detto sorge indubbiamente il complesso dei benefici effetti che ogni giorno più si avvera nell'agricoltura colà dove vi è progresso; essi sono tali che ormai non è più permesso di elevare dubbio alcuno sulla efficacia della scienza per una buona pratica, e per conseguenza risulta la necessità di acquistare le cognizioni scientifiche vere già indispensabili.

Ed i Governi, penetrati anche essi della indispensabilità della scienza per l'agricoltura, si sforzano immensamente, mediante apposite istituzioni, di diffondere il più che è possibile questi lumi scientifici; e con altri stabilimenti e fondazioni anche speciali, procurano che direttamente essi vengono applicati mediante fatti sperimentali all'agricoltura.

Pel primo scopo furono fondate e si fondano su larga via Scuole agrarie d'ogni grado, pel secondo si crearono orti sperimentali, giardini di acclimazione, semenzai di varie specie, società agrario–scientifiche ed infine le Stazioni chimico–agrarie. Queste stazioni sono una emanazione degli ultimi tempi ed il merito della loro creazione è dovuto alla Germania; esse propriamente possono dirsi le officine della Chimica agraria ed il centro ed il modo di manifestazione sui generis di ricerche chimiche e fisiologiche in diretto vantaggio all'agricoltura; e da quello che già si è da loro ottenuto e che costituisce davvero un meraviglioso risultato, dobbiamo argomentare quello che se ne deve attendere pel futuro e che non può mancare di essere un risultato anche più meraviglioso.

Indipendentemente poi da tutto ciò la Scienza, non mai paga, investiga con sempre crescente attività i segreti della natura per sorprenderne il meccanismo e le leggi, e quindi dirigerli allo scopo invariabile che si è fissato.

Con ciò la Scienza dimostra sempre più quanta ragione abbia di considerarsi come vera sovrana della natura e che saprà costringerla di ubbidire, anche se ribelle, al geniale dominio dell'uomo ed in vantaggio dell' umanità.

(Estratto dal Giornale IL GENIO AGRICOLO-INDUSTRIALE)